

503.42953X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): SASAKI, et al.
Serial No.: Not yet assigned
Filed: July 24, 2003
Title: COOLING SYSTEM FOR MOTOR AND COOLING CONTROL
METHOD
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

July 24, 2003

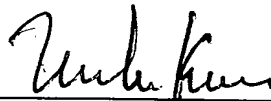
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-100085, filed April 3, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 4月 3日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-100085

[ST.10/C]:

[JP2003-100085]

出 願 人

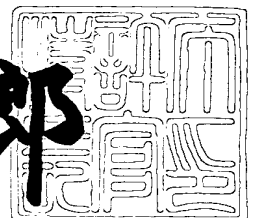
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048187

【書類名】 特許願

【整理番号】 J6186

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02P 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地

株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 佐々木 要

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地

株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 土居 博昭

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地

株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

【氏名】 浜田 晴喜

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号

株式会社 日立製作所 日立事業所内

【氏名】 林 正明

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 齋藤 隆一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100074631

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 幸彦

【電話番号】 0294-24-4406

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033123

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する冷却手段を備え、

前記冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電動装置の冷却システムにおいて、

前記強制冷却制御手段は、

前記駆動電動機のための強制冷却を開始および停止する電動機強制冷却制御温度を記憶する電動機強制冷却制御温度記憶手段と、前記電力変換装置の運転開始時の温度を電力変換装置運転開始温度として記憶する電力変換装置運転開始温度記憶手段と、前記電力変換装置のための強制冷却を開始および停止する温度を前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量で強制冷却制御温度上昇量として設定して記憶する電力変換装置強制冷却制御温度上昇量記憶手段とを備え、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照し、電動機温度検出信号が前記電動機強制冷却制御温度まで上昇し、または電力変換装置温度検出信号の前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量が前記強制冷却制御温度上昇量となったときに前記冷媒供給手段の動作制御を開始することを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記強制冷却制御温度上昇量は、強制冷却開始温度と強制冷却停止温度を含み、この強制冷却開始温度と強制冷却停止温度の温度差は、一定であることを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記強制冷却制御手段は、前記強制冷却制御温度上昇量を

電力変換装置運転開始温度に応じて変化させるようにしたことを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 4】

請求項 3 において、電力変換装置運転開始温度に応じた前記強制冷却制御温度上昇量は、電力変換装置運転開始温度が高くなるに伴って小さくなるようにしたことを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 5】

請求項 4 において、電力変換装置運転開始温度が高くなるに伴って小さくなる前記強制冷却制御温度上昇量における強制冷却開始温度と強制冷却停止温度は、強制冷却開始温度に対して強制冷却停止温度の変化量を小さくしたことを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 の 1 項において、前記強制冷却制御手段は、運転終了後の短い休止期間内に運転を再開したときにおける前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量は、前回以前の運転開始時の電力変換装置運転開始温度からの温度上昇として求めることを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 の 1 項において、前記冷媒供給手段は、前記駆動電動機と電力変換装置と電動ファン付き放熱器とポンプを直列に接続して液冷媒を循環させる冷媒循環系を備え、

前記強制冷却制御手段は、外気の温度を検出して外気温度検出信号を出力する外気温度検出手段を備え、外気温度と液冷媒の温度差に応じて前記電動ファンを制御することを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 の 1 項において、前記強制冷却制御手段は、電動装置運転開始時の外気温度または液冷媒の温度が該液冷媒の凝固点温度以下のときには、電力変換装置運転開始温度を液冷媒の凝固点温度に設定することを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 の 1 項において、前記電力変換装置は、前記駆動電動機または電力変換装置の温度が耐熱許容温度に近付いたときには変換出力電力を減少させることを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 1 0】

請求項 1 ～ 9 の 1 項において、前記電力変換装置温度検出手段は、電力変換装置を構成する半導体スイッチング素子のチップに内蔵したことを特徴とする電駆動装置の冷却システム。

【請求項 1 1】

駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する冷却手段を備え、

前記冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電駆動装置の冷却システムにおいて、

前記強制冷却制御手段は、

外気の温度を検出して外気温度検出信号を出力する外気温度検出手段を備え、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号と外気温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御することを特徴とする電動装置の冷却システム。

【請求項 1 2】

駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する強制冷却手段を備え、前記強制冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電動装置の冷却制御方法において、

前記強制冷却制御手段は、

前記駆動電動機のための強制冷却を開始および停止する電動機強制冷却制御温

度と、前記電力変換装置の運転開始時の温度を電力変換装置運転開始温度と、前記電力変換装置のための強制冷却を開始および停止する温度として前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量で設定した強制冷却制御温度上昇量とを記憶し、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照し、電動機温度検出信号が前記電動機強制冷却制御温度まで上昇し、または電力変換装置温度検出信号の前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量が前記強制冷却制御温度上昇量となったときに前記冷媒供給手段の動作制御を開始することを特徴とする電動装置の冷却制御方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

【特許文献 1】

特開平 7 - 2 1 3 0 9 1 号公報

【特許文献 2】

特開平 8 - 3 3 1 0 4 号公報

【特許文献 3】

特開平 1 0 - 2 1 0 7 9 0 号公報

【特許文献 4】

特表 2 0 0 1 - 5 2 7 6 1 2 号公報

ハイブリッド自動車を含む電気自動車は、電池から電力変換装置を介して駆動電動機に給電する構成であり、電力変換装置および駆動電動機の動作に伴う発熱による該電力変換装置および駆動電動機の温度上昇を抑制する強制冷却手段を備える。

【 0 0 0 3 】

この強制冷却手段は、前記電力変換装置や駆動電動機の温度が予め設定した所

定の冷却開始温度まで上昇すると該電力変換装置や駆動電動機に外気や冷却液（不凍液）などの冷媒を強制的に供給して強制冷却する構成である。

【 0 0 0 4 】

例えば、特許文献 1 および 2 に記載された発明は、電気自動車用モータを制御する電力変換装置の半導体素子の放熱フィンの温度に応じて冷却風速を制御する冷却装置である。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 3 に記載された発明は、モータに電流を供給するインバータの半導体素子の温度を検出し、半導体素子の温度およびその変化率に応じて冷却媒体の流量を制御する電気自動車のインバータ冷却装置である。

【 0 0 0 6 】

また、特許文献 4 には、自動車のエンジンオイルの温度を適正な温度に制御するために、温度制御用流体および周囲空気温度を検出する冷却装置が記載されている。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

電気自動車用駆動装置における駆動電動機は、一般的には、直流整流子電動機やインバータ駆動型の直流無整流子電動機が使用されており、このような駆動電動機への給電制御は、チョッパ回路やインバータ回路のような電力変換装置により行う構成である。動作（給電制御）時には、駆動電動機においては、コイルに電流が流れることによる損失や高速回転を行うときの機械的損失等が発生し、電力変換装置においても、電力変換制御用半導体素子の通電時とスイッチング時に損失が発生し、これらの損失は最終的には熱に変換され、発熱総量は、最大で、数 kW 程度になる。

【 0 0 0 8 】

これらの発熱は、駆動電動機や電力変換装置の温度上昇の源であり、そのまま放置すると、その温度上昇によって駆動電動機や電力変換装置が所定の性能を発揮することができなくなる。更には、絶縁材の耐圧低下を招き、最終的には破壊に至ることから、発生した熱を除去する必要がある。

【 0 0 0 9 】

多量に発生する熱を効率良く放熱し、かつ限られた空間内に実装することがで
きる強制冷却手段としては、ポンプやファンのような装置を用いて冷媒を強制的
に流し、発熱する装置と冷媒との間で熱交換して放熱する方法が一般的である。

【 0 0 1 0 】

ポンプやファンの強制冷却制御は、駆動電動機や電力変換装置の温度を検出し
、固定的に設定された強制冷却開始温度と比較し、検出温度が強制冷却開始温度
に到達したときに前記ポンプやファンの動作を開始させる構成である。

【 0 0 1 1 】

このような強制冷却制御では、強制冷却開始温度が固定されていることから、
外気温度が低い冬季には、電気自動車用駆動装置の運転開始時の温度と運転中の
最高温度との差が大きくなる。

【 0 0 1 2 】

電力変換装置は、電力変換に用いる電力変換制御用半導体素子に温度サイクル
が加わると、部材間の線膨張係数差に起因する熱応力が発生し、熱疲労破壊が発
生する。このことから、熱応力による破壊の発生を避けるためには、温度サイク
ルにおける温度差が過大になるのを避けることが望ましい。しかも、電力変換制
御用半導体素子は、高温破壊に至る耐熱許容温度範囲内に維持することができ
るように強制冷却し、または発熱量を制限することが必要である。

【 0 0 1 3 】

また、駆動電動機は、電気部品の絶縁耐力や磁気部品の磁気特性が温度上昇に
伴って低下することから、これらの部品温度が耐熱許容温度を越えないように冷
却し、または発熱量を制限することが望ましい。

【 0 0 1 4 】

更に、ポンプやファンのような装置を動作させるとエネルギー消費を伴うこと
から、これらの装置を頻繁に起動するとエネルギー消費量が増大し、自動車のエ
ネルギー消費率を悪化させることになる。

【 0 0 1 5 】

このような問題は、電気自動車用駆動装置における冷却システムに限らず、駆

動電動機を使用する各種の電動装置に共通する問題でもある。

【 0 0 1 6 】

本発明の 1 つの目的は、駆動電動機への給電を制御する電力変換装置の温度サイクルによる熱応力破壊を防止するのに好適な電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法を提供することにある。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の目的は、電力変換装置の温度サイクルによる熱応力破壊を防止すると共に駆動電動機や電力変換装置を耐熱許容温度範囲内に維持するのに好適な電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

本発明の更に他の目的は、電力変換装置の温度サイクルによる熱応力破壊を防止すると共に駆動電動機や電力変換装置を耐熱許容温度範囲内に維持し、更に、強制冷却のためのエネルギー消費量を軽減するのに好適な電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法を提供することにある。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する冷却手段を備え、

前記冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電動装置の冷却システムにおいて、

前記強制冷却制御手段は、

前記駆動電動機のための強制冷却を開始および停止する電動機強制冷却制御温度を記憶する電動機強制冷却制御温度記憶手段と、前記電力変換装置の運転開始時の温度を電力変換装置運転開始温度として記憶する電力変換装置運転開始温度記憶手段と、前記電力変換装置のための強制冷却を開始および停止する温度を前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量で強制冷却制御温度上昇量として

設定して記憶する電力変換装置強制冷却制御温度上昇量記憶手段とを備え、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照し、電動機温度検出信号が前記電動機強制冷却制御温度まで上昇し、または電力変換装置温度検出信号の前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量が前記強制冷却制御温度上昇量となったときに前記冷媒供給手段の動作制御を開始することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

そして、前記強制冷却制御温度上昇量は、強制冷却開始温度と強制冷却停止温度を含み、この強制冷却開始温度と強制冷却停止温度の温度差は、一定であることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、前記強制冷却制御手段は、前記強制冷却制御温度上昇量を電力変換装置運転開始温度に応じて変化させるようにしたことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、電力変換装置運転開始温度に応じた前記強制冷却制御温度上昇量は、電力変換装置運転開始温度が高くなるに伴って小さくなるようにしたことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、電力変換装置運転開始温度が高くなるに伴って小さくなる前記強制冷却制御温度上昇量における強制冷却開始温度と強制冷却停止温度は、強制冷却開始温度に対して強制冷却停止温度の変化量を小さくしたことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、前記強制冷却制御手段は、運転終了後の短い休止期間内に運転を再開したときにおける前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量は、前回以前の運転開始時の電力変換装置運転開始温度からの温度上昇として求めることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、前記冷媒供給手段は、前記駆動電動機と電力変換装置と電動ファン付き放熱器とポンプを直列に接続して液冷媒を循環させる冷媒循環系を備え、前記強

制冷却制御手段は、外気の温度を検出して外気温度検出信号を出力する外気温度検出手段を備え、外気温度と液冷媒の温度差に応じて前記電動ファンを制御することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、前記強制冷却制御手段は、電動装置運転開始時の外気温度または液冷媒の温度が該液冷媒の凝固点温度以下のときには、電力変換装置運転開始温度を液冷媒の凝固点温度に設定することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、前記電力変換装置は、前記駆動電動機または電力変換装置の温度が耐熱許容温度に近付いたときには変換出力電力を減少させることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、前記電力変換装置温度検出手段は、電力変換装置を構成する半導体スイッチング素子のチップに内蔵したことを特徴とする電駆動装置の冷却システム。

【 0 0 2 9 】

また、本発明は、駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する冷却手段を備え、

前記冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電駆動装置の冷却システムにおいて、

前記強制冷却制御手段は、

外気の温度を検出して外気温度検出信号を出力する外気温度検出手段を備え、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号と外気温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

また、本発明は、駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する強制冷却手段を備え、前記強制冷却手段は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検

出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた電動装置の冷却制御方法において、

前記強制冷却制御手段は、

前記駆動電動機のための強制冷却を開始および停止する電動機強制冷却制御温度と、前記電力変換装置の運転開始時の温度を電力変換装置運転開始温度と、前記電力変換装置のための強制冷却を開始および停止する温度として前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量で設定した強制冷却制御温度上昇量とを記憶し、

前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照し、電動機温度検出信号が前記電動機強制冷却制御温度まで上昇し、または電力変換装置温度検出信号の前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量が前記強制冷却制御温度上昇量となったときに前記冷媒供給手段の動作制御を開始することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図 1 ～図 6 を用いて説明する。なお、各実施の形態において共通または相応する構成部品は、同一の参照符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 3 2 】

本発明の第 1 の実施の形態について、図 1 および図 2 を用いて説明する。図 1 は、この第 1 の実施の形態である電気自動車用駆動装置の冷却システムのブロック図、図 2 は、その強制冷却制御特性図、図 3 は強制冷却制御処理フローチャートである。

【 0 0 3 3 】

この第 1 の実施の形態は、基本的には、電力変換装置のための強制冷却については、電気自動車の運転開始（キースイッチ投入時や電力変換装置の動作開始等）時における電力変換装置の温度を電力変換装置運転開始温度として記憶し、電

力変換装置の前記電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量を監視して強制冷却制御を開始し、駆動電動機のための強制冷却については、駆動電動機の温度を監視して該温度が該駆動電動機の耐熱許容温度に基づいて設定した強制冷却開始温度まで上昇したときに強制冷却制御を開始する構成である。また、これらの強制冷却制御によっても駆動電動機または電力変換装置の温度がこれらの耐熱許容温度に近付いたときには変換出力電力を減少させる構成である。

【 0 0 3 4 】

図 1 を用いて、電気自動車用駆動装置の冷却システムの構成を説明する。この電気自動車用駆動装置の冷却システムは、電気自動車の走行動力を発生するインバータ駆動ブラシレスモータや整流子電動機等の駆動電動機 1 と、前記駆動電動機 1 の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段である電動機温度検出センサ 2 と、前記駆動電動機 1 を動作させる変換出力電力を制御するインバータやチョッパ等の電力変換装置 3 と、前記電力変換装置 3 の温度を検出して電力変換装置温度検出信号を出力する電力変換装置温度検出手段である電力変換装置温度検出センサ 4 と、外気 5 を取り込んで強制冷却冷媒として送り出す強制冷却電動ファン 6 と、前記強制冷却電動ファン 6 から送り出された強制冷却冷媒を前記電力変換装置 2 および前記駆動電動機 1 に流通させる強制冷却冷媒流路 7 と、キースイッチ 8 やアクセルペダル 9 から出力される指令信号および前記電動機温度検出センサ 2 から出力される電動機温度検出信号や電力変換装置温度検出センサ 4 から出力される電力変換装置温度検出信号を参照して前記電力変換装置 3 を制御すると共に後述する強制冷却制御装置に向けて運転／休止信号を出力する主制御装置 1 0 と、前記電動機温度検出センサ 2 から出力される電動機温度検出信号や電力変換装置温度検出センサ 4 から出力される電力変換装置温度検出信号および前記主制御装置 1 0 から出力される運転／休止信号を参照して前記前記強制冷却電動ファン 6 の動作を制御する強制冷却制御装置 1 1 と、これらに直流電源を供給する電池 1 2 を備える。

【 0 0 3 5 】

電力変換装置 3 は、詳細な図示説明は省略するが、I G B T のような半導体スイッチング素子 3 0 1 を使用して窒化アルミニウムを使用した絶縁基板 3 0 2 上

にインバータやチョッパを形成した電力制御電子回路ユニット 3 0 3 を冷媒に曝して放熱する銅やアルミニウム等の冷却基板 3 0 4 にハンダ付け 3 0 5 により接合した構造であり、前記電力制御電子回路ユニット 3 0 3 は、前記電池 1 2 から駆動電動機 1 に供給する変換出力電力を前記主制御装置 1 0 からの制御信号に基づいて制御するように動作する。そして、この電力変換供給制御動作に伴って電力制御電子回路ユニット 3 0 3 に発生する熱は、ハンダ付け 3 0 5 と冷却基板 3 0 4 を介して強制冷却冷媒流路 7 に流れる冷媒に放出する。電力変換装置温度検出センサ 4 は、前記絶縁基板 3 0 2 の温度に感応するように該絶縁基板 3 0 2 上に取り付ける。

【 0 0 3 6 】

主制御装置 1 0 は、詳細な図示説明は省略するが、CPU 1 0 0 1 やメモリ 1 0 0 2 や入力／出力回路 1 0 0 3 等を使用して構成したマイクロコンピュータを主体にして構成する。メモリ 1 0 0 2 には、予め、運転制御プログラムと駆動電動機 1 や電力変換装置 3 を耐熱許容温度範囲内に維持するように発熱量を軽減すべく変換出力電力を減少させ、またはゼロにするための制御情報（例えば、耐熱許容温度の約 9 0 % の温度を変換出力電力減少開始温度として設定し、耐熱許容温度を変換出力停止温度として設定する）を記憶する。

【 0 0 3 7 】

CPU 1 0 0 1 は、キースイッチ 8 がオン（運転指令）するとメモリ 1 0 0 2 に格納された運転制御プログラムを実行して運転制御状態となり、強制冷却制御装置 1 1 に向けて出力する運転／休止信号を「運転」とし、アクセルペダル 9 の踏み込み量に応じた速度指令信号に基づいて該速度指令信号に応じた変換出力電力を駆動電動機 1 に供給するように電力変換装置 3 を制御し、更に、電動機温度検出センサ 2 から出力される電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出センサ 4 から出力される電力変換装置温度検出信号を監視し、駆動電動機 1 や電力変換装置 3 を耐熱許容温度範囲内に維持するように発熱量を軽減すべく変換出力電力を減少させ、アクセルペダル 9 が解放されると速度指令信号がゼロになることから、変換出力電力をゼロにするように電力変換装置 3 を制御し、更に、キースイッチ 8 がオフ（休止指令）すると、強制冷却制御装置 1 1 に向けて出力する運転

／休止信号を「休止」として運転制御終了（休止）状態にする動作制御機能を備える。

【 0 0 3 8 】

強制冷却制御装置 1 1 は、詳細な図示説明は省略するが、CPU 1 1 0 1 やメモリ 1 1 0 2 や入力／出力回路 1 1 0 3 等を使用して構成したマイクロコンピュータを主体にして構成する。メモリ 1 1 0 2 には、予め、強制冷却制御プログラムと、制御情報として、駆動電動機 1 のための強制冷却を開始および停止する電動機強制冷却制御温度 T_{m1} 、 T_{m2} と、電力変換装置 3 のための強制冷却を開始および停止する温度を電力変換装置運転開始温度 T_{is} からの温度上昇量で設定した強制冷却制御温度上昇量 $T_{i\alpha}$ 、 $T_{i\beta}$ を格納する。

【 0 0 3 9 】

駆動電動機 1 のための強制冷却における電動機強制冷却制御温度 T_{m1} 、 T_{m2} は、この駆動電動機 1 を構成する電気部品の絶縁耐力や磁気部品の磁気特性が温度上昇に伴って低下するのを防止し、強制冷却電動ファン 6 を動作させることによる強制冷却消費電力（エネルギー消費量）を軽減することを考慮して、強制冷却を開始させるための強制冷却開始温度 T_{m1} と強制冷却を停止させるための強制冷却停止温度 T_{m2} を設定する。例えば、強制冷却開始温度 T_{m1} を 90°C に設定し、強制冷却停止温度 T_{m2} を 70°C に設定する。

【 0 0 4 0 】

電力変換装置 3 のための強制冷却における強制冷却制御温度上昇量 $T_{i\alpha}$ 、 $T_{i\beta}$ は、強制冷却を開始させるための強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却を停止させるための強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ であり、主として、電力変換装置 3 の温度サイクルによる熱応力によって電力制御電子回路ユニット 3 0 3 を冷却基板 3 0 4 に接着するハンダ付け 3 0 5 が破壊するのを防止し、強制冷却電動ファン 6 を動作させることによる強制冷却消費電力（エネルギー消費量）を軽減することを考慮して設定した温度上昇量であり、図 2 に示すように、強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ を電力変換装置運転開始温度 T_{is} からの温度上昇量で設定し、強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を電力変換装置運転開始温度 T_{is} からの温度上昇量で設定する。例えば、強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ は 50°C に設定

し、強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を 35°C に設定する。強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ の差 $T_{i\gamma}$ は一定（ここでは、 15°C ）であるので、前記強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ は、強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ からの下降量（＝差 $T_{i\gamma}$ ）で設定しても良い。

【0041】

CPU1101は、主制御装置10から出力される運転／休止信号が「運転」になると強制冷却制御プログラムを実行し、そのときに電力変換装置温度検出センサ4から出力されている電力変換装置温度検出信号（ T_i ）を電力変換装置運転開始温度 T_{is} としてメモリ1102に記憶する。その後、電動機温度検出センサ2から出力される電動機温度検出信号（ T_m ）と電力変換装置温度検出センサ4から出力される電力変換装置温度検出信号（ T_i ）を、随時、読み取って強制冷却制御を実行する。

【0042】

CPU1101は、駆動電動機1を強制冷却するための強制冷却制御では、電動機温度検出センサ2から出力される電動機温度検出信号（ T_m ）を監視し、電動機温度 T_m が駆動電動機1のための強制冷却を開始する電動機強制冷却開始温度 T_{m1} 以上に上昇すると、強制冷却ファン6を動作させて外気5を取り込んで強制冷却冷媒として強制冷却冷媒流路7に送り出して駆動電動機1および電力変換装置3を強制冷却する。そして、この強制冷却によって、駆動電動機1の温度 T_m が電動機強制冷却停止温度 T_{m2} 以下に下降すると、強制冷却ファン6を停止させて強制冷却を停止する。

【0043】

また、電力変換装置3のための強制冷却制御では、電力変換装置3の温度 T_i が電力変換装置運転開始温度 T_{is} に強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ を加えた電力変換装置強制冷却開始温度（ $T_{is} + T_{i\alpha}$ ）以上に上昇すると、強制冷却ファン6を動作させて外気5を取り込んで強制冷却冷媒として強制冷却冷媒流路7に送り出して駆動電動機1および電力変換装置3を強制冷却する。この強制冷却によって、電力変換装置3の温度 T_i が電力変換装置運転開始温度 T_{is} に強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を加えた電力変換装置強制冷却停止温度（ $T_{is} + T$

i β) 以下に下降すると、強制冷却ファン 6 を停止させて強制冷却を停止する。

【0044】

駆動電動機 1 のための強制冷却と電力変換装置 3 のための強制冷却は、強制冷却電動ファン 6 を共用する構成であるので、CPU 1101 は、駆動電動機 1 または電力変換装置 3 の何れかの強制冷却が必要な状態では強制冷却電動ファン 6 を動作させて強制冷却冷媒を強制冷却冷媒流路 7 に送り出すように制御する。

【0045】

このような強制冷却制御を実現するために強制冷却制御装置 11 における CPU 1101 が実行する制御処理の例を図 3 に示す制御処理フローチャートを参照して説明する。

【0046】

ステップ S1

主制御装置 10 から出力される運転／休止信号を監視し、「運転」になるとステップ S2 に移る。

【0047】

ステップ S2

運転／休止信号が「運転」になったときに電力変換装置温度検出センサ 4 から出力されている電力変換装置温度検出信号を読み込み、その電力変換装置温度 T_i を電力変換装置運転開始温度 T_{is} としてメモリ 1102 に記憶してステップ S3 に移る。

【0048】

ステップ S3

電力変換装置運転開始温度 T_{is} に強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ を加えた電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) と、電力変換装置運転開始温度 T_{is} に強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を加えた電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) を求めてメモリ 1102 に記憶 (設定) してステップ S4 に移る。

【0049】

ステップ S4

電動機温度検出信号 (T_m) と電力変換装置温度検出信号 (T_i) を読み込み、電動機温度 T_m と電力変換装置温度 T_i を検出してステップ S5 に移る。

【0050】

ステップ S5

検出した電動機温度 T_m とメモリ 1102 に記憶されている電動機強制冷却開始温度 T_{m1} を比較して処理を分岐する。電動機温度 T_m が電動機強制冷却開始温度 T_{m1} 以上のときにはステップ S6 に移り、電動機温度 T_m が電動機強制冷却開始温度 T_{m1} より低いときにはステップ S7 に移る。

【0051】

ステップ S6

強制冷却電動ファン 6 を動作 (回転) 状態にしてステップ S12 に移る。

【0052】

ステップ S7

検出した電力変換装置温度 T_i とメモリ 1102 に記憶されている電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) を比較して処理を分岐する。電力変換装置温度 T_i が電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) 以上のときにはステップ S6 に移り、電力変換装置温度 T_i が電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) よりも低いときにはステップ S8 に移る。

【0053】

ステップ S8

強制冷却電動ファン 6 が動作中かどうかを確認し、動作中であればステップ S9 に移り、動作中でなければステップ S12 に移る。

【0054】

ステップ S9

検出した電動機温度 T_m とメモリ 1102 に記憶されている電動機強制冷却停止温度 T_{m2} を比較し、電動機温度 T_m が電動機強制冷却停止温度 T_{m2} より高いときにはステップ S12 に移り、電動機温度 T_m が電動機強制冷却停止温度 T_{m2} 以下のときにはステップ S10 に移る。

【0055】

ステップ S10

検出した電力変換装置温度 T_i とメモリ 1102 に記憶されている電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) を比較し、電力変換装置温度 T_i が電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) よりも高いときにはステップ S12 に移り、電力変換装置温度 T_i が電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) 以下のときにはステップ S11 に移る。

【0056】

ステップ S11

強制冷却電動ファン 6 を回転停止状態にしてステップ S12 に移る。

【0057】

ステップ S12

主制御装置 10 から出力される運転／休止信号を確認して処理を分岐する。運転／休止信号が「運転」であればステップ S4 に移り、「休止」であればステップ S13 に移る。

【0058】

ステップ S13

強制冷却電動ファン 6 を停止状態にする運転終了処理を実行して終了する。

【0059】

このような強制冷却制御によれば、電力変換装置 3 のための強制冷却については、温度サイクルによる熱応力によって電力変換装置 3 が破壊するのを防止し、強制冷却電動ファン 6 を動作させることによる強制冷却消費電力を軽減することを考慮して設定した電力変換装置運転開始温度からの温度上昇量に基づいて制御するようにしているので、運転開始時温度が低い冬季においても温度差は小さくなり、四季を通じて温度サイクルを一定に保つことが可能となるために、熱応力が過大になるのを防止することができ、強制冷却消費電力も軽減する。また、駆動電動機 1 のための強制冷却については、駆動電動機 1 を構成する電気部品の絶縁耐力や磁気部品の磁気特性が温度上昇に伴って低下するのを防止し、強制冷却電動ファン 6 を動作させることによる強制冷却消費電力を軽減することを考慮して設定した強制冷却制御温度に基づいて制御するようにしているので、駆動電

動機1の性能および寿命の劣化を防止し、強制冷却消費電力も軽減する。

【0060】

この実施の形態では、強制冷却冷媒として外気5を使用した、これに限定されるものではない。

【0061】

また、強制冷却制御は、「強制冷却動作」と「停止」の2段階制御を例示したが、温度に応じて強制冷却力（強制冷却ファン6の回転速度）を変えるようにした多段階制御に変形することもできる。以下に示す実施の形態においても同様である。

【0062】

本発明の第2の実施の形態について、図1～図4を用いて説明する。図4は、この第2の実施の形態における強制冷却制御情報テーブルである。

【0063】

この第2の実施の形態は、前述した第1の実施の形態における図2に示した強制冷却制御特性における、電力変換装置3のための強制冷却における強制冷却制御温度上昇量である強制冷却を開始させるための強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却を停止させるための強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を電力変換装置運転開始温度 T_{is} に応じて変化する変数で設定する構成である。具体的には、電力変換装置運転開始温度 T_{is} が高くなるに強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を小さくする。電力変換装置運転開始温度 T_{is} が高くなることによる強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ の減少量は、強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ の減少量よりも少なくする。図4は、このような電力変換装置運転開始温度 T_{is} に対する強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を例示している。

【0064】

そして、図1に示したブロック図のように構成した電気自動車用駆動装置の冷却システムの強制冷却制御を、このような制御情報に基づいて実行することにより、電力変換装置3に作用する熱応力は、増加するものの、低温時における強制冷却電動ファン6の動作が抑えられるために、強制冷却のための消費電力を一層

軽減することができる。

【0065】

具体的には、この第2の実施の形態の制御においては、強制冷却制御装置11におけるCPU1101は、ステップS3において電力変換装置強制冷却開始温度($T_{is} + T_{i\alpha}$)と電力変換装置強制冷却開始温度($T_{is} + T_{i\beta}$)を求めて設定するために電力変換装置運転開始温度 T_{is} に加える強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ と強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を電力変換装置運転開始温度 T_{is} に応じて選択する処理を追加する。

【0066】

本発明の第3の実施の形態について図1～図5を用いて説明する。図5は、この第3の実施の形態における電力変換装置の温度の経時変化を示す温度特性図である。

【0067】

運転終了後の休止期間中は、駆動電動機1および電力変換装置3の温度が自然冷却によって徐々に下降する。従って、運転終了後の短い期間内に運転を再開したときには、駆動電動機1および電力変換装置3の温度が環境温度に対して相当地に高い状態にあり、電力変換装置3内には熱応力が残留している。このような状態で運転を再開することによる電力変換装置3の温度上昇に伴う熱応力は、熱応力が消失するような長い休止期間後の運転開始である前回以前の運転開始時の電力変換装置運転開始温度からの温度上昇によるものとして考慮することが望ましい。

【0068】

この第3の実施の形態は、このような電力変換装置3の熱応力の残留を考慮して、前述した第1の実施の形態における電力変換装置運転開始温度 T_{is} として、運転終了後の短い休止期間内に運転を再開したときには、熱応力が消失するような長い休止期間後の運転開始である前回以前の運転開始時の電力変換装置運転開始温度を採用するものである。

【0069】

具体的には、図5に示すように、電気自動車を長時間休止して電力変換装置3

の温度 T_i が環境温度に略等しい状態となった t_1 においてキースイッチ 8 をオンさせて運転を開始すると、そのときの電力変換装置運転開始温度 T_{is1} であり、その後、電気自動車の走行、停車の繰り返しによって駆動電動機 1 および電力変換装置 3 の温度 T_m 、 T_i は上昇、下降を繰り返し、駆動電動機 1 または電力変換装置 3 の温度 T_m 、 T_i が電動機強制冷却開始温度 T_{m1} または電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) 以上になると強制冷却電動ファン 6 を動作させて駆動電動機 1 および電力変換装置 3 を強制冷却を開始し、電動機強制冷却停止温度 T_{m2} および電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) 以下になると強制冷却電動ファン 6 を停止させて強制冷却を停止する。

【 0 0 7 0 】

t_2 において、キースイッチ 8 がオフされて運転が終了して休止状態になると、駆動電動機 1 および電力変換装置 3 の温度 T_m 、 T_i は自然放熱によって下降する。

【 0 0 7 1 】

その後、運転終了後の短い休止期間内で電力変換装置 3 の温度 T_i が環境温度よりも高い温度にある t_3 に運転を再開すると、このときの電力変換装置運転開始温度は T_{is2} となる。このような状態では、電力変換装置 3 には、前回の運転における発熱による温度上昇による熱応力が残留しており、また、この電力変換装置運転開始温度 T_{is2} に強制冷却開始温度上昇量 $T_{i\alpha}$ および強制冷却停止温度上昇量 $T_{i\beta}$ を加えて電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) および電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) を設定すると、電力変換装置 3 のための強制冷却制御温度が高過ぎる状態となってしまう恐れがある。

【 0 0 7 2 】

従って、この第 3 の実施の形態では、このような短時間の運転休止の後の運転再開では、電力変換装置 3 の温度が十分に低下し、熱応力が消失するような長い休止期間後の運転開始である前回以前の運転開始時の電力変換装置運転開始温度 T_{is1} を電力変換装置 3 の強制冷却制御に使用する電力変換装置強制冷却開始温度 ($T_{is} + T_{i\alpha}$) および電力変換装置強制冷却停止温度 ($T_{is} + T_{i\beta}$) を設定ための電力変換装置運転開始温度 T_{is} として採用するように構成する

【0073】

このような強制冷却制御を実現するために、この第3の実施の形態における強制冷却制御装置11のCPU1101は、時計機能を備え、メモリ1102は、電力変換装置3の十分な温度下降に必要な時間を考慮して予め設定した所望休止期間を記憶して保持し、休止中にも電力変換装置運転開始温度 T_{is} を保持する情報保持機能を備える。そして、CPU1101は、ステップS13の運転終了処理において運転終了日時刻をメモリ1102に記憶して保持させる処理を実行し、ステップS2においては、運転開始日時刻を読み込んで前回の運転終了日時刻からの休止期間を求め、この休止期間が前記所望休止期間を越えているときにはそのときの電力変換装置3の温度 T_{is2} を電力変換装置運転開始温度 T_{is} として書き換え設定し、前記所望休止期間以内であるときには前回始動時の電力変換装置3の温度 T_{is1} を電力変換装置運転開始温度 T_{is} として設定する処理を実行する。

【0074】

その他は、前述した実施の形態と同様である。

【0075】

このような第3の実施の形態によれば、前述した実施の形態と同様な強制冷却効果が得られると共に、短時間休止後の運転再開においても電力変換装置3における温度差が大きくなることなく、温度サイクルを一定範囲内に抑えられるために高信頼の電気自動車用駆動装置を実現することができる。

【0076】

本発明の第4の実施の形態について図2～図6を用いて説明する。図6は、この第4の実施の形態における電気自動車用駆動装置の冷却システムのブロック図である。

【0077】

この第4の実施の形態は、電力変換装置3と駆動電動機1の熱を液冷媒に放熱させ、液冷媒の熱は、電動ファン付き放熱器によって外気に放熱する構成であり、電動ファン付き放熱器における外気への放熱能力（電動ファンの動作／停止）

を制御するものである。すなわち、液冷媒を循環させて強制冷却している状態において、液冷媒と外気の温度差が大きいときには放熱器の放熱能力が大きいことから自然通風によって放熱させ、液冷媒と外気の温度差が小さいときには放熱器の放熱能力が小さい強制通風によって放熱を促進させるものである。

【0078】

この第4の実施の形態は、液冷媒を循環させる冷媒循環系として、ウォータポンプ13から出て電力変換装置3と駆動電動機1と外気5に放熱する電動ファン付き放熱器14を順次に経由してウォータポンプ13に戻る強制冷却冷媒流路7を形成する。また、外気5の温度を検出して外気温度検出信号(T_a)を出力する外気温度検出手段である外気温度検出センサ15を備える。

【0079】

そして、強制冷却制御装置11は、前記強制冷却電動ファン6の制御と同様にしてウォータポンプ13を制御し、更に、ウォータポンプ13を動作させて液冷媒を循環させて強制冷却しているときに外気温度検出センサ15から出力される外気温度検出信号(T_a)を参照して外気温度 T_a と液冷媒温度 T_f との温度差 $T_a - f$ が予め設定した放熱器強制放熱開始温度差 T_w1 以下になると該放熱器14の電動ファンを動作させて強制通風し、放熱器強制放熱停止温度差 T_w2 以上になると前記電動ファンを停止させる制御を実行する。温度差 $T_a - f$ （放熱器強制放熱開始温度差 T_w1 と放熱器強制放熱停止温度差 T_w2 ）は、電動ファン付き放熱器14の放熱特性に応じて設定する。

【0080】

液冷媒温度 T_f は、強制冷却冷媒流路7に温度検出センサを設置して検出することが望ましいが、この第4の実施の形態では、液冷媒温度 T_f と電力変換装置温度 T_i が略一定の関係となることから、電力変換装置温度検出信号(T_i)を流用している。また、電動機温度検出信号(T_m)を流用したり、電動ファン付き放熱器14に温度検出センサ（図示省略）を設置して該温度検出センサから出力する温度検出信号を流用するように構成することもできる。

【0081】

このように電動ファン付き放熱器14における電動ファンの動作を制御するた

めに、強制冷却制御装置 11 は、メモリ 1102 に放熱器強制放熱開始温度差 T_{w1} と熱器強制放熱停止温度差 T_{w2} を予め設定して記憶させておき、CPU 1101 は、ウォータポンプ 13 を動作させて液冷媒を循環させて強制冷却しているときに外気温度検出センサ 15 から出力される外気温度検出信号を参照して外気温度 T_a を検出し、外気温度 T_a と液冷媒温度 T_f の温度差 $T_a - f$ が予め設定した放熱器強制放熱開始温度 T_{w1} 以上になると該放熱器 14 の電動ファンを動作させ、放熱器強制放熱停止温度 T_{w2} 以下になると前記電動ファンを停止させる制御処理を実行するように構成する。

【0082】

その他は、前述した実施の形態と同様である。

【0083】

このような第 4 の実施の形態によれば、前述したと同様な強制冷却効果を得ることができると共に、駆動電動機 1 および電力変換装置 3 を熱容量の大きい液冷媒によって強制冷却することができるので、冷却効率を高めて小型化することができる。また、電動ファン付き放熱器 14 は、放熱器強制放熱開始温度差 T_{w1} 以上になるまでは電動ファンを休止させた状態で自然放熱するので、電動ファンを動作させて強制通風するための電力（エネルギー）消費量を軽減することができる。

【0084】

本発明の第 5 の実施の形態について図 2～図 7 を用いて説明する。図 7 は、この第 5 の実施の形態の電気自動車用駆動装置の冷却システムにおける液冷媒（電力変換装置）の温度の経時変化を示す特性図である。

【0085】

強制冷却に使用する液冷媒は、電気自動車が使用される環境の予想し得る外気温度より低い凝固点温度のものを使用するように構成するが、予想外の寒気到来などによって外気温度が液冷媒の凝固点温度よりも低くなることがある。このようなときには、液冷媒が凝固するが、電気自動車を運転することによる駆動電動と電力変換装置の発熱によって液冷媒が加熱されて溶解する。しかし、このような状態で強制冷却制御系が機能してウォータポンプと電動ファン付き放熱器の電

動ファンが動作すると、液冷媒が過冷されて再凝固してしまう恐れがある。

【0086】

この第5の実施の形態は、このような液冷媒の再凝固を防止するものであり、電気自動車の運転開始時の液冷媒または外気の温度が該液冷媒の凝固点温度以下であるときには、強制冷却制御のために設定する電力変換装置運転開始温度 T_{is} として液冷媒凝固点温度を使用する構成である。

【0087】

具体的には、図7に示すように、外気の温度または液冷媒の温度に相応する電力変換装置運転開始温度 T_{is3} が強制冷却冷媒流路7内を流通させる液冷媒の凝固点温度 T_{fm} 以下の状態における強制冷却制御では、凝固点温度 T_{fm} を電力変換装置運転開始温度 T_{is} として設定して強制冷却制御処理を実行する。

【0088】

このようにすれば、強制冷却系は、液冷媒の凝固点温度 T_{fm} よりも相当に高い温度で動作するようになるので、液冷媒の再凝固を防止することができると共に電力（エネルギー）消費量も軽減することができる。

【0089】

以上に説明した各実施の形態は、駆動電動機1の制御と強制冷却制御を別個の主制御装置10と強制冷却制御装置11で行うように構成したが、駆動電動機1の制御と強制冷却制御を1つの主制御装置10で行うように構成しても良い。

【0090】

以上に説明した各実施の形態における電力変換装置温度検出センサ4は、電力変換装置3の電力制御電子回路ユニット303の絶縁基板302上に取り付けた構成であるが、IGBTのような半導体スイッチング素子301のチップに温度検出センサが内蔵されている場合には、このチップ内蔵の温度検出センサで代用することができる。

【0091】

また、本発明は、前述した電気自動車用駆動装置の冷却システムおよび冷却制御方法に限らず、駆動電動機と、前記駆動電動機を制御する電力変換装置と、前記駆動電動機と前記電力変換装置を強制冷却する冷却手段を備え、前記冷却手段

は、冷媒供給手段と、前記駆動電動機の温度を検出して電動機温度検出信号を出力する電動機温度検出手段と、前記電力変換装置の温度を検出して電力変換装置温度検出信号として出力する電力変換装置温度検出手段と、前記電動機温度検出信号と電力変換装置温度検出信号を参照して前記冷媒供給手段を制御する強制冷却制御手段を備えた各種の電駆動装置の冷却システムおよび冷却制御方法として実施することができる。

【 0 0 9 2 】

【発明の効果】

本発明の電動装置の冷却システムおよび冷却制御方法によれば、電力変換装置の運転開始時の温度と運転中の温度差が一定となるように強制冷却するために、電力変換装置の熱応力による破壊を防止することができる。

【 0 0 9 3 】

また、駆動電動機や電力変換装置を耐熱許容温度範囲内に維持することもできる。

【 0 0 9 4 】

更に、強制冷却のためのエネルギー消費量を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における電気自動車用駆動装置の冷却システムのブロック図である。

【図 2】

第 1 の実施の形態における強制冷却特性図である。

【図 3】

第 1 の実施の形態における強制冷却制御処理フローチャートである。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態における強制冷却制御情報テーブルである。

【図 5】

本発明の第 3 の実施の形態における電力変換装置の温度の経時変化を示す温度特性図である。

【図 6】

本発明の第 4 の実施の形態における電気自動車用駆動装置の冷却システムのブロック図である。

【図 7】

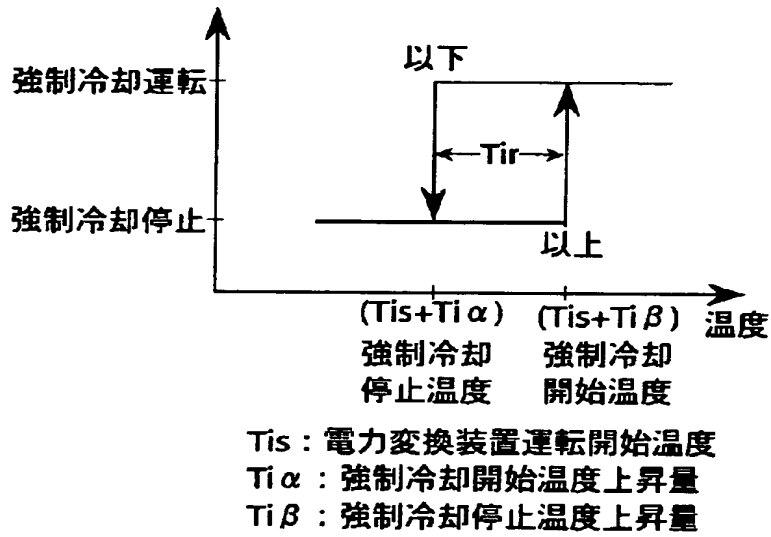
本発明の第 5 の実施の形態の電気自動車用駆動装置の冷却システムにおける液冷媒（電力変換装置）の温度の経時変化を示す特性図である。

【符号の説明】

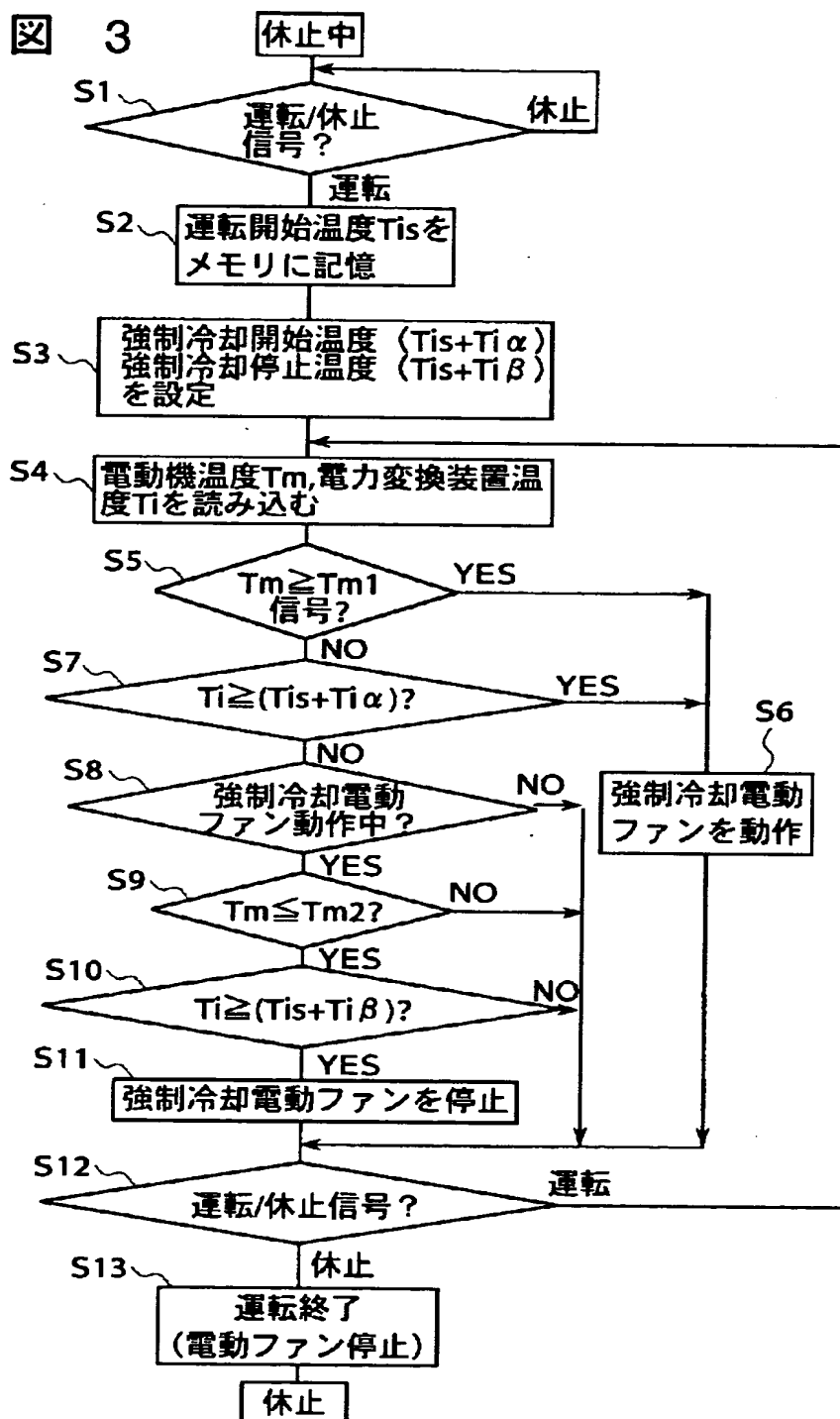
1 … 駆動電動機、 2 … 電動機温度検出センサ、 3 … 電力変換装置、 4 … 電力変換装置温度検出センサ、 5 … 外気、 6 … 強制冷却電動ファン、 7 … 強制冷却冷媒流路、 8 … キースイッチ、 9 … アクセルペダル、 10 … 主制御装置と、 11 … 強制冷却制御装置、 12 … 電池、 13 … ウォーターポンプ、 14 … 電動ファン付きラジエータ、 15 … 外気温度検出センサ。

【図 2】

図 2



【図 3】



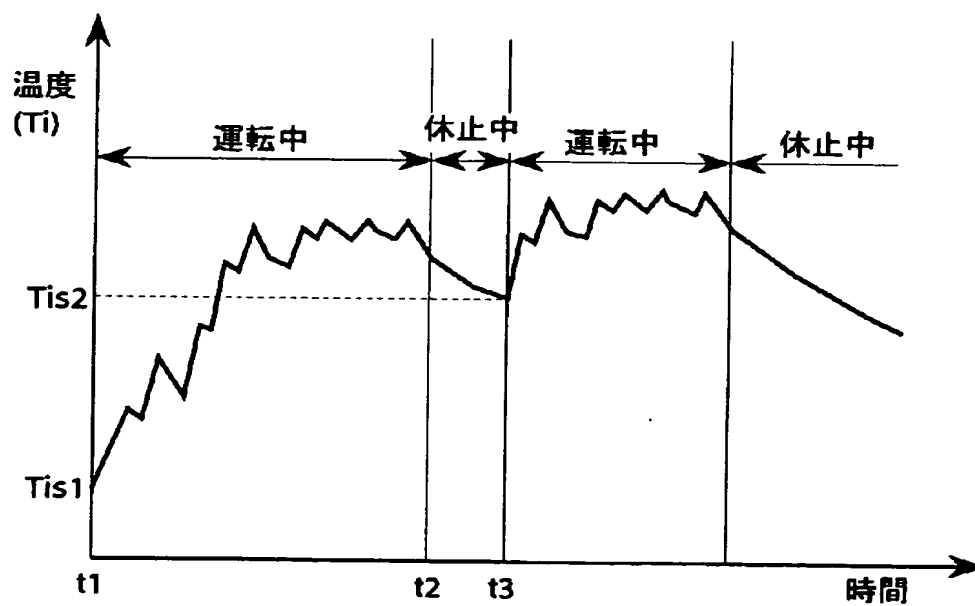
【図 4】

図 4

T_{is} [°C]	$T_{i\alpha}$ [°C]	$T_{i\beta}$ [°C]
-20	70	47
-10	65	44
0	60	41
+10	55	38
+20	50	35
+30	45	32
+40	40	29

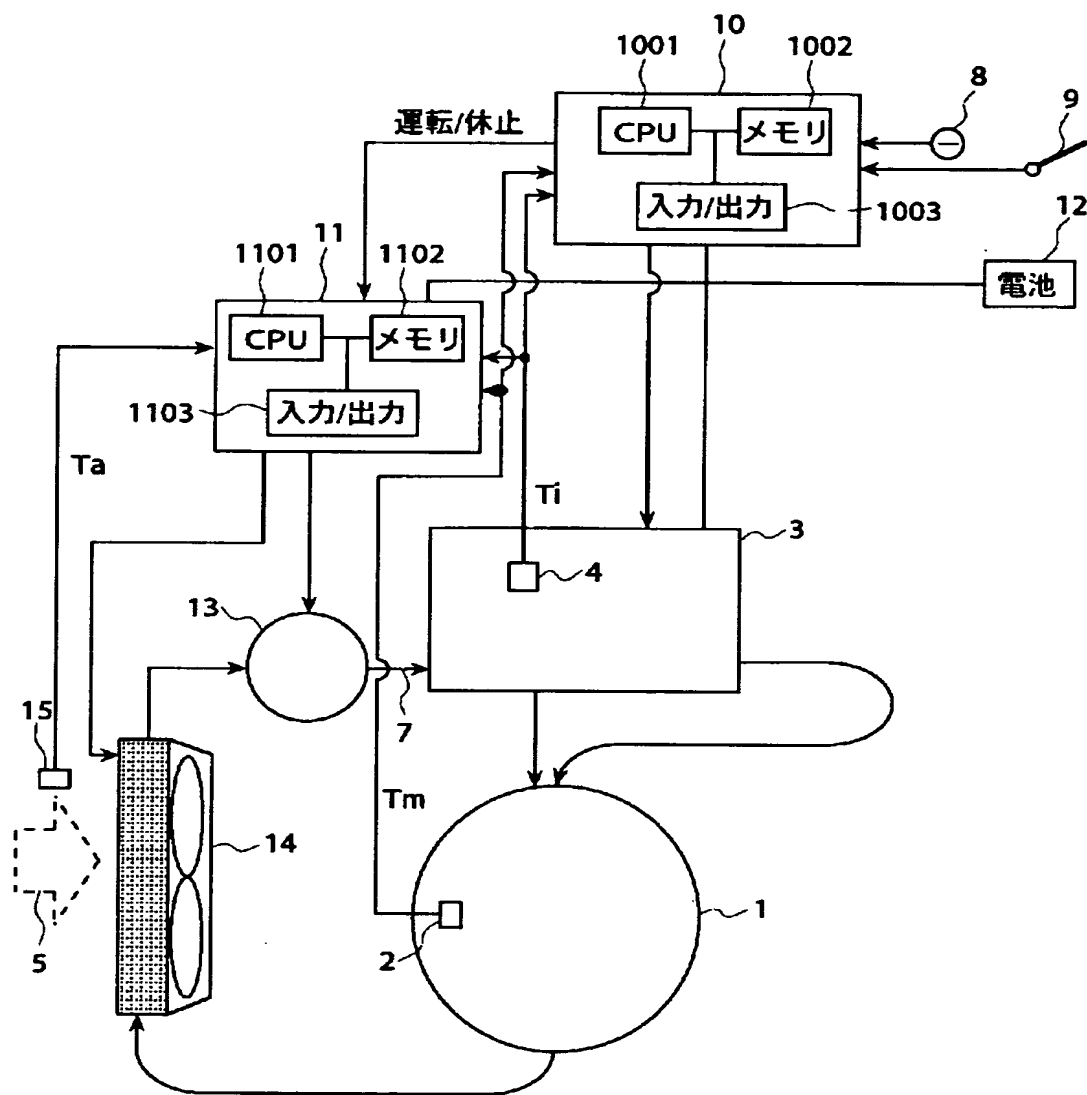
【図 5】

図 5



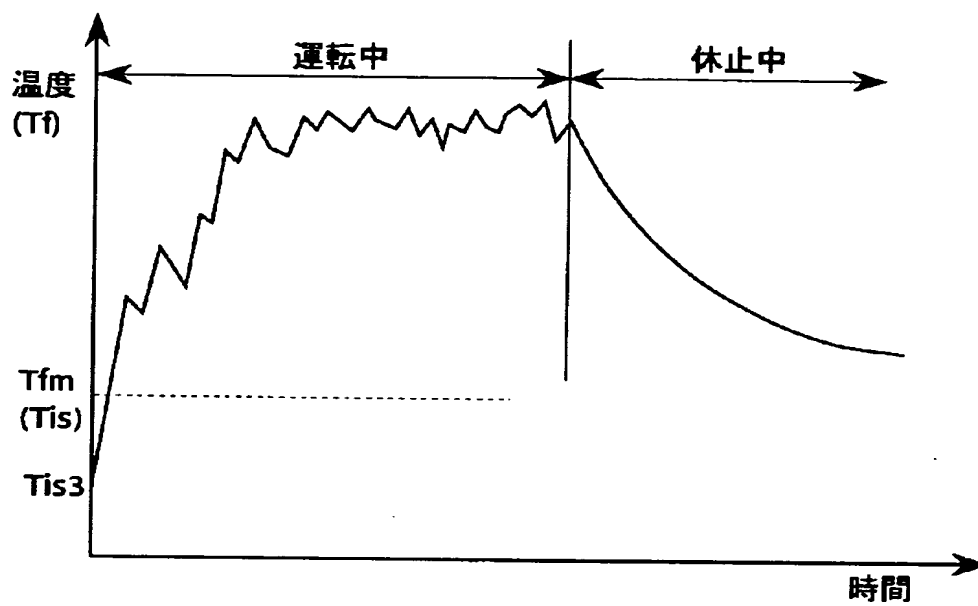
【図 6】

図 6



【図 7】

図 7



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

電動装置の冷却システムにおいて、温度サイクルにより生じる熱疲労破壊を防止する。

【解決手段】

強制冷却系における強制冷却電動ファン 6 の動作／停止を電力変換装置 3 の運転開始温度 T_{is} との温度差を利用して制御することにより、温度範囲の拡大を抑制する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所